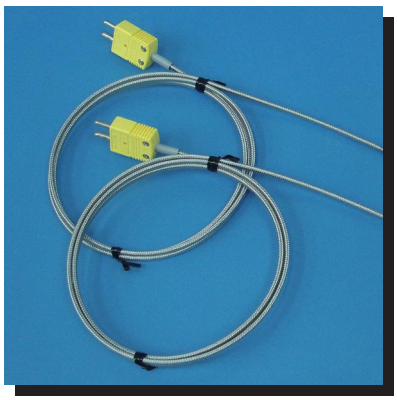
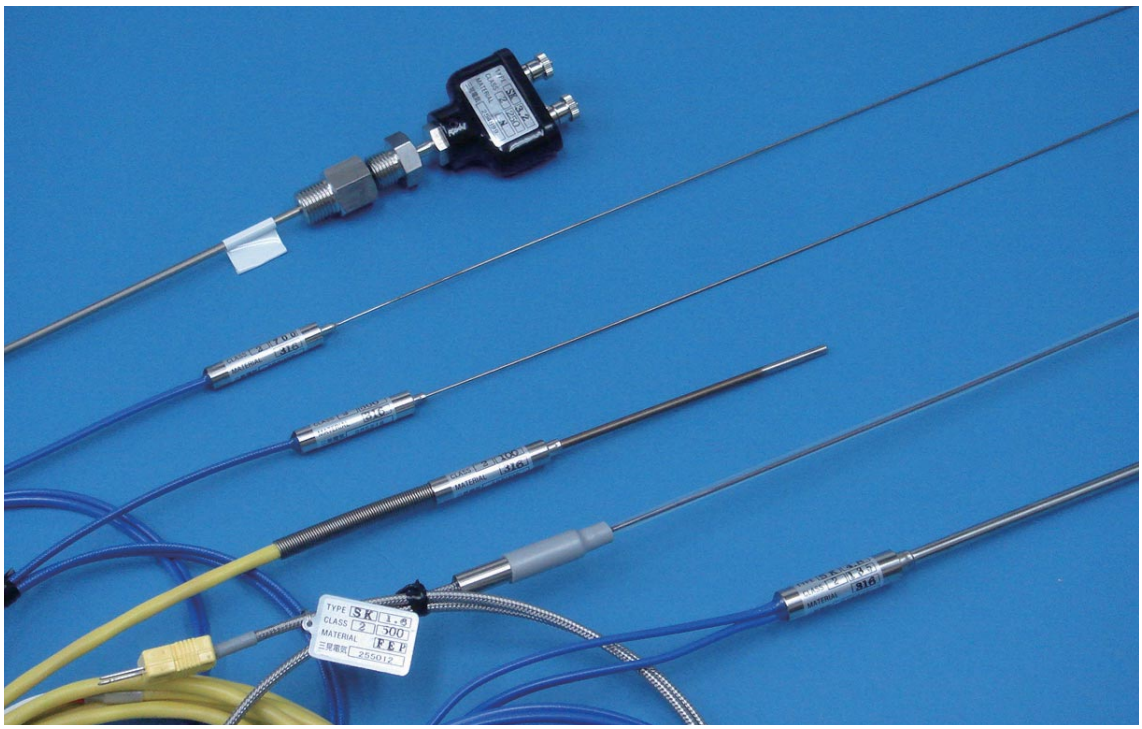
THERMOCOUPLE

熱電対

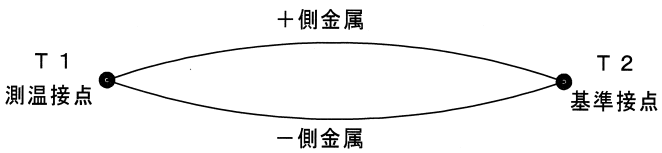


熱電対



■熱電対の理論

熱電対とは、それぞれに均質で、相互に性質を異にする２種類の金属素線ＡとＢとを接合し一端を加熱するなどの方法でT1、T2間に温度差を与えたとすると回路中にその金属固有の熱起電力が発生し一定の方向に電流が流れます。

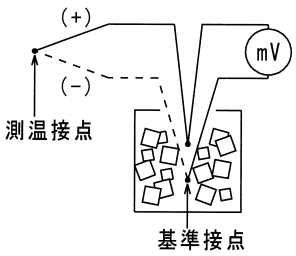


この現象は発見者の名前をとってゼーベック効果と呼ばれています。
この原理を利用して、一方の接点を開いて作った２端子間にミリボルト計を接続し熱起電力を測定することにより、温度を測定する事ができます。

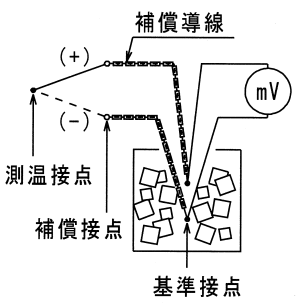
■熱電対と基準接点

熱電対の熱起電力は、測温接点の温度と基準接点の温度の関数ですので、基準接点温度が変動しますと誤差を生じる原因となります。この誤差をなくす方法で代表的なものは、次の３種類となります。

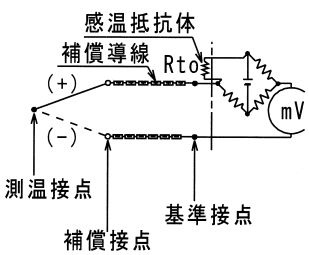
１）氷冷式結線



２）補償導線を利用した氷冷式結線



３）自動補償式結線



熱電対

■熱電対の種類

1．K熱電対

工業用として最も多く使用されている熱電対です。起電力曲線は直線に近く、酸化性雰囲気の中での使用は適しますが、還元性雰囲気には極めて弱い傾向があります。

2．T熱電対

低温における特性がよいので低温用として使用されます。酸化性、又は還元性雰囲気に適し、200℃以下では熱起電力が安定しており高精度が得られます。

3．J熱電対

熱起電力が大きく還元性雰囲気には適しますが、酸化性雰囲気中では鉄が非常に早く酸化します。

4．E熱電対

標準化されている熱電対の中で最大の起電力をもち、J熱電対より耐食性に優れ真空、不活性ガス、酸化及び還元性雰囲気でも使用できます。

5．N熱電対

K熱電対に代わるものとして開発され、1989年にIEC規格で規定されヨーロッパではすでに実用化されています。K熱電対と同様の温度測定域を有し300℃～800℃にかけての繰り返し測定においてはK熱電対より安定しており老化しにくく高温領域においてもK熱電対よりも優れています。

6．B.R.S熱電対

温度1600℃、1700℃に耐え、優れた安定性を持つ貴金属熱電対です。一般に酸化性雰囲気では耐熱性、安定性共に優れた精度を持ちますが、還元性雰囲気あるいは金属製ガスでは極めて弱い傾向があります。

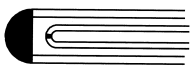
○その他の熱電対

- PR13　1981年にJISから除外されました。特徴はR熱電対と同じです。
- PR20－40　白金系熱電対では最も高温で使用できます。
- WRe5－26　＋脚にRe5%－脚にRe26%を含むタングステンレニウム合金で高温測定に適しています。還元性雰囲気、不活性ガス、水素ガスに適していますが、酸性雰囲気に弱い傾向があります。
- AF　金・鉄―クロメルの熱電対です。極低温領域で熱起電力が安定しています。

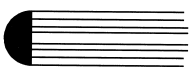
■ シース熱電対　測温接点

測温接点は使用条件により最も適した形をお選び下さい。

非接地形　（U）



接地形　（G）



先端開放形（E）

(U) 測温接点はシースと絶縁されているため接地型より応答速度がやや劣りますが電気的誘導障害に対してシールド効果があります。

(G) 測温接点がシースの先端と溶接されている接地型は応答速度が速く高温高圧下の測温には適しますが、電気的誘導障害のある所での使用はさけて下さい。

(E) 応答速度が最も速く、高温乾燥の雰囲気中に適しています。腐食性雰囲気の使用には注意が必要です。

■熱電対の常用限度及び加熱使用限度

種類	旧記号	＋脚	－脚	素線径 mm	常用温度 ℃	加熱使用温度 ℃
B	－	ロジウム30%を含む白金ロジウム合金	ロジウム6%を含む白金ロジウム合金	0.50	1500	1600
R	－	ロジウム13%を含む白金ロジウム合金	白金	0.50	1400	1600
S	－	ロジウム10%を含む白金ロジウム合金	白金	0.50	1400	1600
K	CA	クロメル（ニッケル及びクロムを主とした合金）	アルメル（ニッケルを主とした合金）	0.65	650	850
				1.00	750	950
				1.60	850	1050
				2.30	900	1100
				3.20	1000	1200
E	CRC	クロメル（ニッケル及びクロムを主とした合金）	コンスタンタン（銅及びニッケルを主とした合金）	0.65	450	500
				1.00	500	550
				1.60	500	600
				2.30	600	750
				3.20	700	800
J	IC	鉄	コンスタンタン（銅及びニッケルを主とした合金）	0.65	400	500
				1.00	450	550
				1.60	500	650
				2.30	550	750
				3.20	600	750
T	CC	銅	コンスタンタン（銅及びニッケルを主とした合金）	0.32	200	250
				0.65	200	250
				1.00	250	300
				1.60	300	350
N	－	ナイクロシル（ニッケル、クロム及びシリコンを主とした合金）	ナイシル（ニッケル及びシリコンを主とした合金）	0.65	850	900
				1.00	950	1000
				1.60	1050	1100
				2.30	1100	1150
				3.20	1200	1250

※常用限度：空気中において連続使用出来る温度の限度　（JIS C 1602～1995）
※加熱使用限度：必要上やむを得ない場合に短時間使用出来る温度の限度

■熱電対のクラスと許容量一覧表

種類	JIS 1995	JIS 1981	温度範囲		許容差	温度範囲		許容差
	クラス	旧階級	℃以上	℃未満	℃	℃以上	℃未満	℃
B	Class2	－	－	－	－	600	1700	±0.0025｜t｜
	Class3	0.5級	600	800	±4.0	800	1700	±0.0051｜t｜
R S	Class1	－	0	1100	±1.0	－	－	－
	Class2	0.25級	0	600	±1.5	600	1600	±0.0025｜t｜
K	Class1	0.4級	－40	375	±1.5	375	1000	±0.004｜t｜
	Class2	0.75級	－40	333	±2.5	333	1200	±0.0075｜t｜
	Class3	1.5級	－167	40	±2.5	－200	－167	±0.015｜t｜
E	Class1	0.4級	－40	375	±1.5	375	800	±0.004｜t｜
	Class2	0.75級	－40	333	±2.5	333	900	±0.0075｜t｜
	Class3	1.5級	－167	40	±2.5	－200	－167	±0.015｜t｜
J	Class1	0.4級	－40	375	±1.5	375	750	±0.004｜t｜
	Class2	0.75級	－40	333	±2.5	333	750	±0.0075｜t｜
T	Class1	0.4級	－40	125	±0.5	125	350	±0.004｜t｜
	Class2	0.75級	－40	133	±1.0	133	350	±0.0075｜t｜
	Class3	1.5級	－167	40	±1.0	－200	－67	±0.015｜t｜
N	Class1	－	－40	375	±1.5	375	1000	±0.004｜t｜
	Class2	－	－40	333	±2.5	333	1200	±0.0075｜t｜
	Class3	－	－167	40	±2.5	－200	－167	±0.015｜t｜

備考：｜t｜は測定温度の＋、－の記号に無関係な温度（℃）で示される値です。　（JIS C 1602～1995）

熱電対　シース熱電対規格（JIS規格抜粋）

●シース熱電対の許容差（C1605-1995）

種類		クラス1	クラス2	クラス3
SN	温度範囲 許容差	−40℃以上+375℃未満 ±1.5℃	−40℃以上+333℃未満 ±2.5℃	−167℃以上+40℃未満 ±2.5℃
	温度範囲 許容差	375℃以上1000℃未満 ±0.004・｜t｜	333℃以上1200℃未満 ±0.0075・｜t｜	−200℃以上−167℃未満 0.015・｜t｜
	旧階級※	−	−	−
SK	温度範囲 許容差	−40℃以上+375℃未満 ±1.5℃	−40℃以上+333℃未満 ±2.5℃	−167℃以上+40℃未満 ±2.5℃
	温度範囲 許容差	375℃以上1000℃未満 ±0.004・｜t｜	333℃以上1200℃未満 ±0.0075・｜t｜	−200℃以上−167℃未満 0.015・｜t｜
	旧階級※	−	0.75級	1.5級
SJ	温度範囲 許容差	−40℃以上+375℃未満 ±1.5℃	−40℃以上+333℃未満 ±2.5℃	−
	温度範囲 許容差	375℃以上750℃未満 ±0.004・｜t｜	333℃以上750℃未満 ±0.0075・｜t｜	−
	旧階級※	−	0.75級	−
ST	温度範囲 許容差	−40℃以上+125℃未満 ±0.5℃	−40℃以上+133℃未満 ±1℃	−67℃以上+40℃未満 ±1℃
	温度範囲 許容差	125℃以上350℃未満 ±0.004・｜t｜	133℃以上350℃未満 ±0.0075・｜t｜	−200℃以上−67℃未満 0.015・｜t｜
	旧階級※	0.4級	0.75級	1.5級

●シース熱電対の常用限度（C1605-1995）

記号	金属シースの外径 [mm]	金属シース　℃	
		オーステナイト系ステンレス鋼	耐食耐熱超合金
SN	0.5	600	
	1.0,1.5,(1.6),2.0	650	
	3.0,(3.2)	750	
	4.5,(4.8)	800	900
	6.0,(6.4)	800	1000
	8.0	900	1050
SK	0.5	600	
	1.0,1.5,(1.6),2.0	650	
	3.0,(3.2)	750	
	4.5,(4.8)	800	900
	6.0,(6.4)	800	1000
	8.0	900	1050
SJ	0.5	400	
	1.0,1.5,(1.6),2.0	450	
	3.0,(3.2)	650	
	4.5,(4.8)	750	
	6.0,(6.4)	750	
	8.0	750	
ST	0.5	300	
	1.0,1.5,(1.6),2.0	300	
	3.0,(3.2)	350	
	4.5,(4.8)	350	
	6.0,(6.4)	350	
	8.0	350	

熱電対　起電力表（K・N）（JIS規格抜粋）

●K熱電対起電力表

（mV）

温度℃	−100	−0	温度℃	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	温度℃
−0	−3.553	0.000	0	0.000	4.095	8.137	12.207	16.395	20.640	24.902	29.128	33.277	37.325	41.269	45.108	48.828	52.398	0
	299	392		397	413	400	416	423	426	425	419	409	399	388	378	364	349	
−10	−3.852	−0.392	10	0.397	4.508	8.537	12.623	16.818	21.066	25.327	29.547	33.686	37.724	41.657	45.486	49.192	52.747	10
	286	385		401	411	401	416	423	427	424	418	409	398	388	377	363	346	
−20	−4.138	−0.777	20	0.798	4.919	8.938	13.039	17.241	21.493	25.751	29.965	34.095	38.122	42.045	45.863	49.555	53.093	20
	272	379		405	408	403	417	423	426	425	418	407	397	387	375	361	346	
−30	−4.410	−1.156	30	1.203	5.327	9.341	13.456	17.664	21.919	26.176	30.383	34.502	38.519	42.432	46.238	49.920	53.439	30
	259	371		408	406	404	418	424	427	423	416	407	396	385	374	360	343	
−40	−4.669	−1.527	40	1.611	5.733	9.745	13.874	18.088	22.346	26.599	30.799	34.909	38.915	42.817	46.612	50.276	53.782	40
	243	362		411	404	406	418	425	426	423	415	405	395	385	373	357	343	
−50	−4.912	−1.889	50	2.022	6.137	10.151	14.292	18.513	22.772	27.022	31.214	35.314	39.310	43.202	46.985	50.633	54.125	50
	229	354		414	402	409	420	425	426	423	415	404	393	383	371	357	341	
−60	−5.141	−2.243	60	2.436	6.539	10.560	14.715	18.938	23.198	27.445	31.629	34.718	39.703	43.585	47.356	50.990	54.466	60
	213	343		414	400	409	420	425	426	422	413	403	393	383	370	354	341	
−70	−5.354	−2.586	70	2.850	6.939	10.969	15.132	19.363	23.624	27.867	32.042	36.121	40.096	43.968	47.726	51.344	54.807	70
	196	334		416	399	412	420	425	426	421	413	403	392	381	369	353		
−80	−5.550	−2.920	80	3.266	7.338	11.381	15.552	19.788	24.050	28.288	32.455	36.524	40.488	44.349	48.095	51.697		80
	180	322		415	399	412	422	426	426	421	411	401	391	380	367	352		
−90	−5.730	−3.242	90	3.681	7.737	11.793	15.974	20.214	24.476	28.709	32.866	36.925	40.879	44.729	48.462	52.049		90
	161	311		414	400	414	421	426	426	419	411	400	390	379	366	349		
−100	−5.891	−3.553	100	4.095	8.137	12.207	16.395	20.640	24.902	29.128	33.277	37.325	41.269	45.108	48.828	52.398		100
温度℃	−100	−0	温度℃	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	温度℃

※上段はmV、下段はμV

●N熱電対起電力表

（mV）

温度℃	−100	−0	温度℃	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	温度℃
−0	−2.407	0	0	0	2.774	5.913	9.341	12.974	16.748	20.613	24.527	28.455	32.371	36.256	40.087	43.846	0
	205	260		261	297	332	355	372	383	390	392	392	390	385	379	372	
−10	−2.612	−0.26	10	0.261	3.072	6.245	9.696	13.346	17.131	21.003	24.919	28.847	32.761	36.641	40.466	44.218	10
	196	285		264	302	334	358	373	384	390	393	392	390	386	379	370	
−20	−2.808	−0.518	20	0.525	3.374	6.579	10.054	13.719	17.515	21.393	25.312	29.239	33.151	37.027	40.845	44.588	20
	186	254		268	306	337	359	375	385	391	393	393	390	384	378	370	
−30	−2.994	−0.772	30	0.793	3.68	6.916	10.413	14.094	17.9	21.784	25.705	29.632	33.541	37.411	41.223	44.958	30
	177	251		272	309	339	361	375	386	391	393	392	389	384	377	368	
−40	−3.171	−1.023	40	1.065	3.989	7.255	10.774	14.469	18.286	22.175	26.098	30.024	33.93	37.795	41.6	45.326	40
	165	246		275	313	342	362	377	386	391	393	392	389	384	376	368	
−50	−3.336	−1.269	50	1.34	4.302	7.597	11.136	14.846	18.672	22.566	26.491	30.416	34.319	38.179	41.976	45.694	50
	155	240		279	316	344	365	379	387	392	392	391	388	383	376	366	
−60	−3.491	−1.509	60	1.619	4.618	7.941	11.501	15.225	19.059	22.958	26.883	30.807	34.707	38.562	42.352	46.06	60
	143	235		283	319	347	366	379	388	392	393	392	388	382	375	365	
−70	−3.634	−1.744	70	1.902	4.937	8.288	11.867	15.604	19.447	23.35	27.276	31.199	35.095	38.944	42.727	46.425	70
	132	228		287	322	349	367	380	388	392	393	391	387	382	374	364	
−80	−3.766	−1.972	80	2.189	5.259	8.637	12.234	15.984	19.835	23.742	27.669	31.59	35.482	39.326	43.101	46.789	80
	118	221		291	326	351	369	382	389	392	393	391	387	380	373	363	
−90	−3.774	−2.193	90	2.48	5.585	8.988	12.603	16.366	20.224	24.134	28.062	31.981	35.869	39.706	43.474	47.152	90
	106	214		294	328	353	371	382	389	393	393	390	387	381	382	361	
−100	−3.99	−2.407	100	2.774	5.913	9.341	12.974	16.748	20.613	24.527	28.455	32.371	36.256	40.087	43.846	47.513	100
温度℃	−100	−0	温度℃	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	温度℃

※上段はmV、下段はμV

熱電対　起電力表（R・T）（JIS規格抜粋）

●R熱電対起電力表

（mV）

温度℃	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	温度℃
0	0.000	0.647	1.468	2.400	3.407	4.471	5.582	6.741	7.949	9.203	10.503	11.846	13.224	14.624	16.035	17.445	18.842	20.215	0
	54	76	89	98	104	109	114	119	123	128	133	137	139	141	141	140	139	135	
10	0.054	0.723	1.557	2.498	3.511	4.580	5.696	6.860	8.072	9.311	10636	11.983	13.363	14.765	16.176	17.585	18.981	20.350	10
	57	77	90	98	105	109	114	119	124	129	132	136	139	141	141	141	138	133	
20	0.111	0.800	1.647	2.596	3.616	4.689	5.810	6.979	8.196	9.460	10.768	12.119	13.502	14.906	16.317	17.726	19.119	20.483	20
	60	79	91	99	105	110	115	119	124	129	134	138	140	141	141	140	138	133	
30	0.171	0.879	1.738	2.695	3.721	4.799	5.925	7.098	8.320	9.589	10.902	12.257	13.642	15.047	16.458	17.866	19.257	20.616	30
	61	80	92	100	105	111	115	120	125	129	133	137	140	141	141	140	138	132	
40	0.232	0.959	1.830	2.795	3.826	4.910	6.040	7.218	8.445	9.718	11.035	12.394	13.782	15.188	16.599	18.006	19.395	20.748	40
	64	82	93	101	107	111	115	121	125	130	135	138	140	141	142	140	138	130	
50	0.296	1.041	1.923	2.896	3.933	5.021	6.155	7.339	8.570	9.848	11.170	12.532	13.922	15.329	16.741	18.146	19.533	20.878	50
	67	83	94	101	106	111	117	121	126	130	134	137	140	141	141	140	137	128	
60	0.363	1.124	2.017	2.997	4.039	5.132	6.272	7.460	8.696	9.978	11.304	12.669	14.062	15.470	16.882	18.286	19.670	21.006	60
	68	84	94	102	107	112	116	122	126	131	135	139	140	141	140	139	137		
70	0.431	1.208	2.111	3.099	4.146	5.244	6.388	7.582	8.822	10.109	11.439	12.808	14.202	15.611	17.022	18.425	19.807		70
	70	86	96	102	108	112	117	121	127	131	135	138	141	141	141	139	137		
80	0.501	1.294	2.207	3.201	4.254	5.356	6.505	7.703	8.949	10.240	11.574	12.946	14.343	15.752	17.163	18.564	19.944		80
	72	86	96	103	108	113	118	123	127	131	136	139	140	141	141	139	136		
90	0.573	1.380	2.303	3.304	4.362	5.469	6.623	7.826	9.076	10.371	11.710	13.085	14.483	15.893	17.304	18.703	20.080		90
	74	88	87	103	109	113	118	123	127	132	136	139	140	142	141	139	135		
100	0.647	1.468	2.400	3.407	4.471	5.582	6.741	7.949	9.203	10.503	11.846	13.224	14.624	16.035	17.445	18.842	20.215		100
温度℃	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1900		温度℃

※上段はmV、下段はμV

●T熱電対起電力表

（mV）

温度℃	−200	−100	−0	温度℃	0	100	200	300	温度℃
−0	−5.603	−3.378	0.000	0	0.000	4.277	9.286	14.860	0
	150	278	383		391	472	534	583	
−10	−5.753	−3.656	−0.383	10	0.391	4.749	9.820	15.443	10
	136	267	374		398	478	540	587	
−20	−5.889	−3.923	−0.757	20	0.789	5.227	10.360	16.030	20
	118	254	364		407	485	545	591	
−30	−6.007	−4.177	−1.121	30	1.196	5.712	10.905	16.621	30
	98	242	354		415	492	551	596	
−40	−6.105	−4.419	−1.475	40	1.611	6.204	11.456	17.217	40
	76	229	344		424	498	55	599	
−50	−6.181	−4.648	−1.819	50	2.035	6.702	12.011	17.816	50
	51	217	333		432	505	561	604	
−60	−6.232	−4.865	−2.152	60	2.467	7.207	12.572	18.420	60
	26	204	323		441	511	565	607	
−70	−6.258	−5.069	−2.475	70	2.908	7.718	13.137	19.027	70
		192	313		449	517	570	611	
−80		−5.261	−2.788	80	3.357	8.235	13.707	19.638	80
		178	301		456	522	574	614	
−90		−5.439	−3.089	90	3.813	8.757	14.281	20.252	90
		164	289		464	519	579	617	
−100		−5.603	−3.378	100	4.277	9.286	14.860	20.869	100
温度℃	−200	−100	−0	温度℃	0	100	200	300	温度℃

※上段はmV、下段はμV

熱電対　取扱説明書

■熱電対取扱説明書

当製品はJIS規格に基づきまして万全なる検査の上、弊社工場を出荷しておりますが、より安全に御使用いただきますためにも取扱説明書をご覧いただきまして末永くご愛用をお願いいたします。

(1) 規格

当製品は全てJIS規格の熱電対JIS－C1602及びシース熱電対JIS－C1605に基づいております。詳しくは規格表を御参照、又は販売員にお問い合せ下さい.

(2) 使用温度

JISに定められた温度範囲にて御使用下さい。

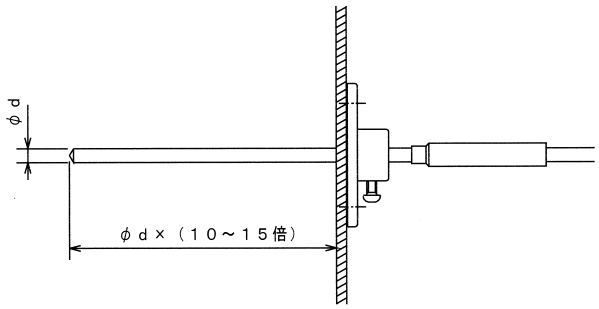
(3) 使用方法

ａ．結線

通常は＋と－の2線（ダブルは４線）となります。定められた熱電対入力の計器に結線してください。リード線つきは＋側赤、－側白，端子箱式は端子板に＋、－の表示をしていますので誤りのないように結線をお願いします。

ｂ．取付

被測温物に対して差し込み、ネジ込み、フランジ取付して下さい。放熱による温度誤差を防ぐため出来るだけ外径の10～15倍の挿入長を確保して下さい。
（取付用オプションにつきましては多数の種類がありますのでお問い合わせ下さい。）



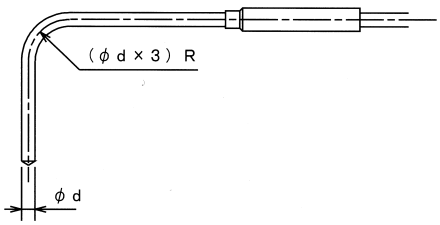
ｃ．保護管

材質は銘板に印字しておりますので、特性に合致したご使用をお願いいたします。特に問題のある環境にてご使用の場合は弊社販売員にご相談願います。

熱電対　取扱説明書

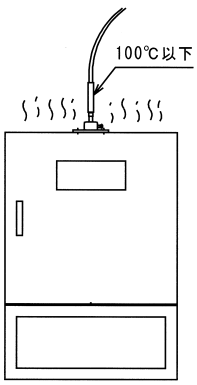
d．曲げ

シース型につきましては外径の約3倍のアールで曲げて使用できます。又、オプションにて吸熱パッド等のパーツの取付も出来ます。自由に曲げられるという特徴がありますが、繰り返しの曲げ、伸ばしは金属疲労による折損の原因になりますので出来るだけ避けてください。



e．接続部使用温度

リード付きの接続部（スリーブ）及び端子箱部分は100℃以下でのご使用をお願いします。



f．アフターケア

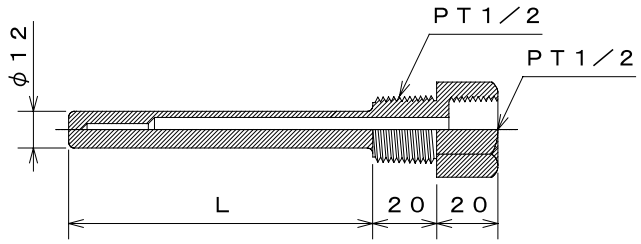
端子部及び結線部は水、油分等ができるだけかからないようにご使用下さい。又、過熱温度以上での長時間のご使用は寿命を著しく短くしますので出来るだけ避けて下さい。より長期間、御使用いただきますためにも月１度程度、端子部・結線部の汚れを取り除きビス等の増し締めをお願いいたします。

※詳細性能につきまして、JIS規格及び、弊社販売員にお問い合わせ下さい。

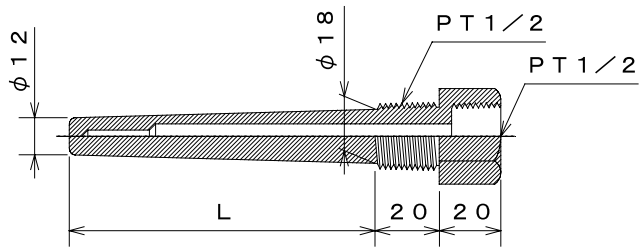
くり抜き保護管（受注生産品）

くり抜き保護管は高温、高圧、振動などの厳しい条件下において、測温抵抗体及びシース熱電対を保護するために使用されます。目的、用途により最適なものをお選び下さい。

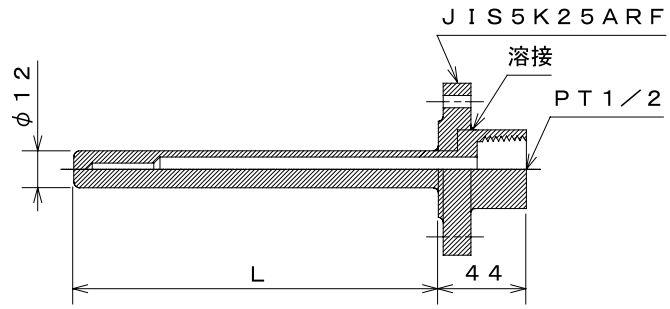
●六角ネジ込み型（ストレート形状）



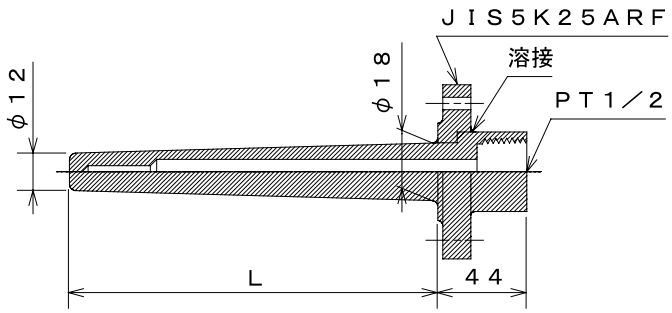
●六角ネジ込み型（テーパー形状）



●フランジ溶接型（ストレート形状）



●フランジ溶接型（テーパー形状）



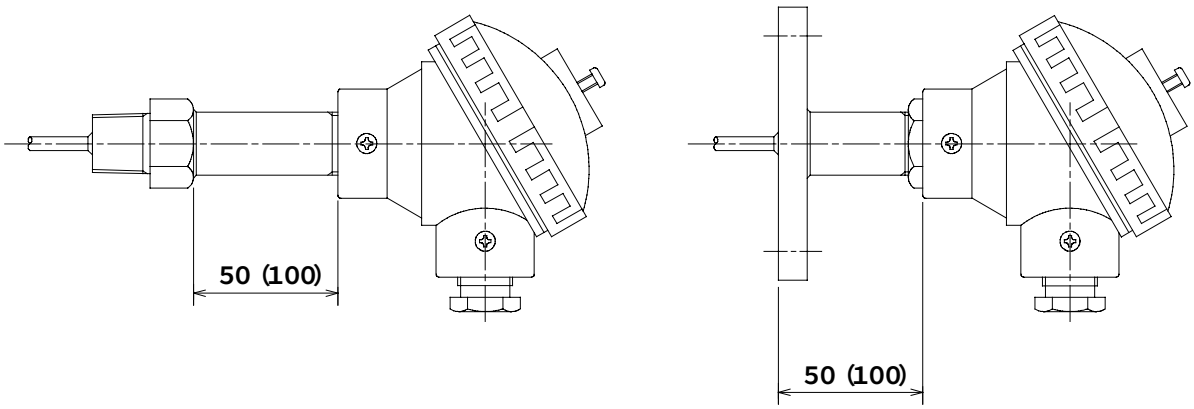
※ 上記、くり抜き保護管の材質はSUS304が標準です。
※先端のくり抜き径はφ4.8用で製作しております。

センサー技術資料

■ ネジ付サポート及びフランジ付サポートのサポート長さ

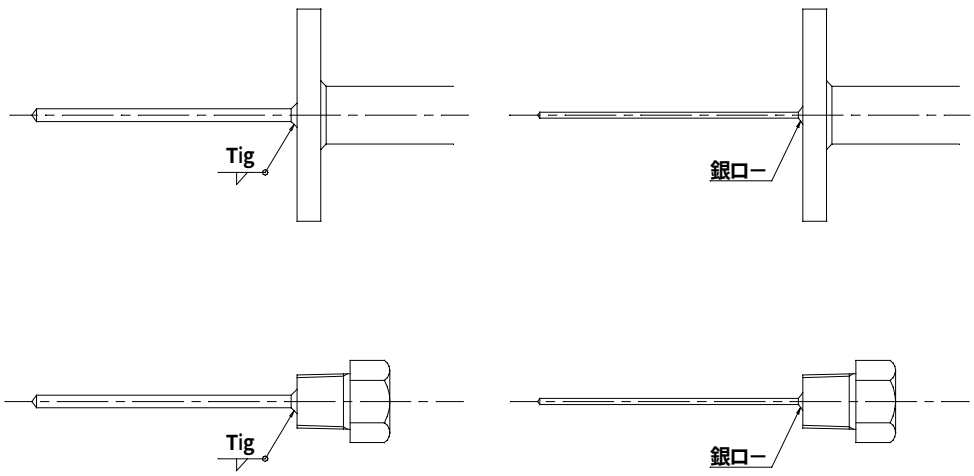
・標準（目安：測定温度が200℃以下）
　端子箱下面 50L→ネジ六角上部、フランジ下面迄の寸法
・高温用（目安：測定温度が500℃以下、端子箱周辺の雰囲気温度が150℃以下）
　端子箱下面 100L→ネジ六角上部、フランジ下面迄の寸法

※測定温度が500℃以上、もしくは雰囲気温度が150℃を超える場合には、弊社営業部にお問い合わせ下さい。



■ センサー溶接 TiGと銀ロー付けの使い分け（シースの場合）

フランジもしくはネジのヘソ（溶接シロ）に対してのTiG溶接



・シース熱電対の場合・・・φ3.2以上がTiG溶接可能
・シースR／Bの場合・・・φ4.8以上がTiG溶接可能

※上記以下のサイズ（径）の場合には銀ロー付けとなります。

センサー技術資料

■ センサーの口元処理

標準仕様

標準はエポキシ充填です。

・通常　max100℃

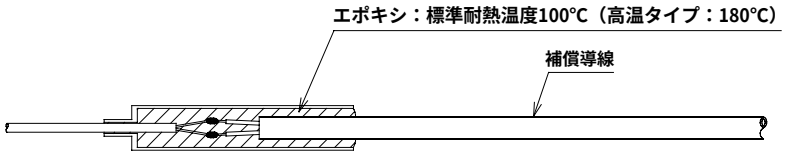
・高温　max180℃

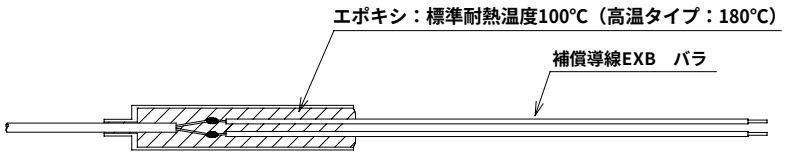
※上記のいずれもRoHS指令に抵触する材料は使用していません。

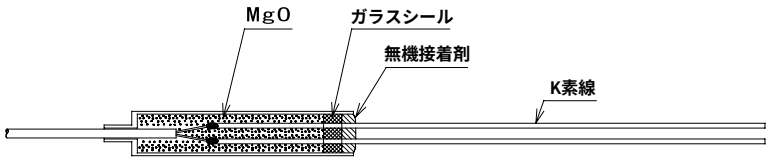
高温仕様

・MgO＋高温ガラスシール＋耐熱無機接着剤　max450℃

※鉛ガラスを使用していますのでRoHS指令には適合しません。



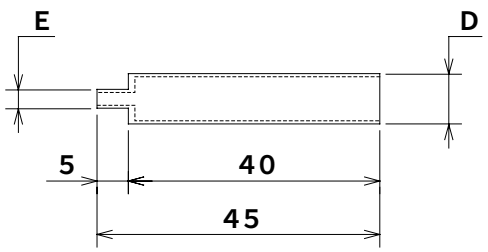




■ 規格スリーブサイズ

規格T/C用スリーブ（シースR／B共通）

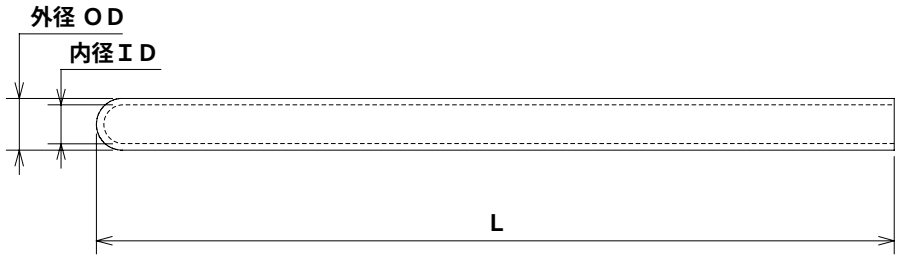
スリーブ外径　D	スリーブ内径	シース径	シース差込径　E
φ6.0	φ4.7	φ1.0～φ3.2	シース径の＋0.1
φ8.0	φ6.7	φ1.0～φ6.4	シース径の＋0.1
φ10.0	φ8.7	φ1.0～φ8.0	シース径の＋0.1



センサー技術資料

■ FEPリードパイプの加工（片封じ管）について

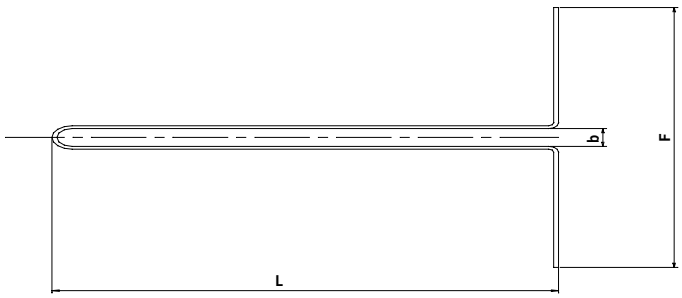
理論上の最大長は10mです。
素材は基本的にFEP（テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体4・6フッ化）で連続使用温度は200℃です。オゾン硬化する事なく、ほとんどの酸・アルカリに対して侵されません。



mm

外径 OD	2.6	3.2	3.6	4	5	6	6	7	7	8	8	9	10	12	13	15	17	17	18	18	19	22	24	26
内径 ID	1.8	2.4	2.8	3	4	4	5	5	5.5	6	7	7	8.5	10	11	13	13.5	13.8	12	15.5	15.5	18.5	20.5	22.6

■ FEPリードパイプのフレア加工について



製作可能寸法一覧

		チューブ寸法						フレヤー径				
呼び寸法		内径	bφ	外径		肉厚		厚さ		Fφ	R	B
外径	内径		公差		公差		公差		公差	max		
6.0	4.0	4.0	±0.15	6.0	±0.1	1.0	無し	1.75		80.0	2.0	8.0
7.2	5.6	5.6		7.2		0.8		1.75		80.0	2.0	9.0
9.0	7.0	7.0		9.0	+0.2,-0.1	1.0	±0.1	1.75		80.0	2.0	11.0
10.2	8.6	8.6		10.2		0.8		1.75		80.0	2.0	12.2
13.0	10.6	10.6		13.0		1.2	±0.12	1.75	+0.75	155.0	3.5	17.5
15.0	12.6	12.6		15.0	+0.3,-0.1	1.2		1.75	-0.25	155.0	4.0	20.5
17.0	13.6	13.6	±0.3	17.0		1.7		2		155.0	4.5	22.5
18.6	15.6	15.6		18.6		1.5		2		155.0	5.0	25.5
22.0	18.6	18.6		22.0		1.7	±0.15	2		155.0	5.5	29.5
24.0	20.6	20.6		24.0	+0.4,-0.1	1.7		2		155.0	6.0	32.5
26.0	22.6	22.6		26.0		1.7		2		155.0	6.0	34.5

R・・・保護管部からﾌﾚｱｰ部のつなぎ部分の丸さ
B・・・つなぎ部分の裾野が終わる部分の最大径

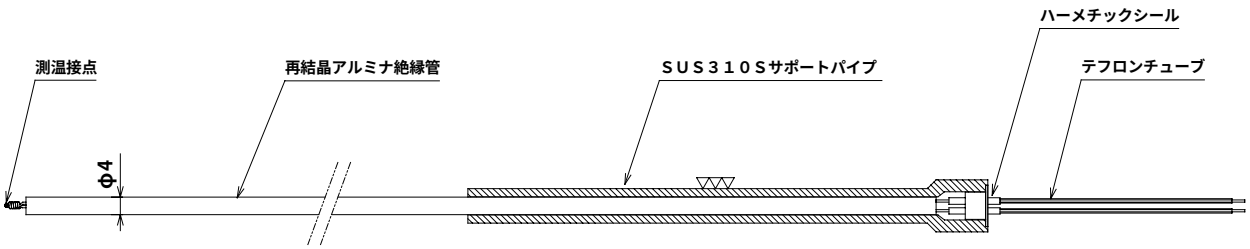
センサー技術資料　タングステンレニウム熱電対

■特　長

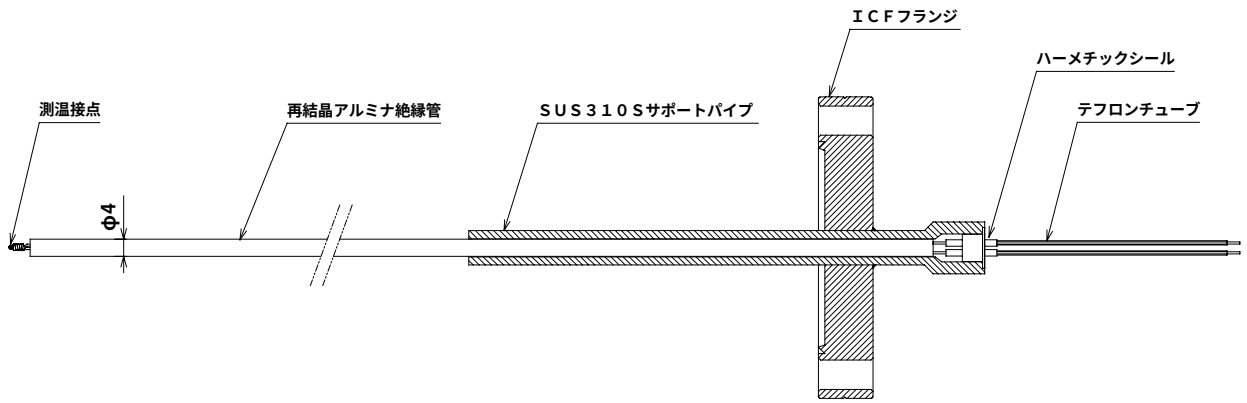
＋脚にRe5%－脚にRe26%を含むタングステンレニウム合金で、2300℃までの高温域で使用できます。白金系熱電対に比べ熱起電力が大きく高温測定に適しています。
還元性雰囲気、不活性ガス、水素ガスに適していますが、酸性雰囲気に弱い傾向があります。

計測器への接続は他の熱電対と同様に専用のリード線（補償導線）をご使用ください。

■サポート シールタイプ



■フランジ シールタイプ



センサー技術資料　熱電対保護管

●金属保護管

材質の種類	型　番	使用温度（℃）	特　　性
SS400	400	酸化　600 還元　800	耐酸性や酸化に弱いが還元に強い
SUS304	304	980	耐熱、耐食性に優れている Niを含んでいるのでイオウ還元ガスに弱い
SUS304L	304L	980	SUS304のカーボン量を少なくしたもの C＝0.03%以下で、溶接の熱影響によって生じやすいCr炭化物の析出が少ない耐粒界腐食性材料である
SUS321	321	980	Tiを含みSUS304より耐食性は増す 特に溶接後の粒界腐食防止に優れている
SUS316	316	980	Moを含み耐熱、耐酸、耐アルカリに優れている
SUS316L	316L	980	SUS316のCの量を少なくしたもので、粒界腐食性材料である
SUS310S	310S	1,000	Ni-Crの含有率が高く、高温での酸化性に強い耐熱鋼である
SUS347	347	980	Nb-Taを含みSUS304より耐食性を増し、粒界腐食防止に優れている
SUH446	446	980	27Cr鋼で耐熱材料である
50co30Cr	50	酸化　1,150 還元　1,200	Co基合金で耐熱、耐摩耗性に強く、サルファーにも強い耐熱合金である
INCONEL600	600	1,050	高温において酸化、還元のいずれかの雰囲気にも強い
INCOLOY800	800	870	高温耐酸化性に優れており、特に高温腐食に対してSUS304の約10倍の寿命があり、熱衝撃にも強い
カンタルA1	KA	1,100	高温での酸化には強いが、再結晶して脆くなる
80Ni20Cr	NC	1,100	高温酸化雰囲気中では、高温強度・耐食性共によいが、硫化雰囲気には不適当である
クリマックス	KU	1,200	60%Crと少量のW、Nb、Tiを含む合金で、溶融化学物質、スラブガスに対する耐食性に優れ、溶融銅などの金属侵食に強い
ハステロイB	HB	酸化　500 還元　760	Ni基合金で耐熱、耐食性に優れ、特に塩酸・硫酸に対して優れた抵抗を示す
ハステロイC	HC	1,000	高温において酸化・還元雰囲気に対して強く、塩素ガスにも強い
ハステロイX	HX	1,100	高温でも強度が大きく、主として耐熱材であり、加工性・溶接性が他のハステロイより優れている
ヘインズアロイ25	HY	酸化　810 還元　980	Co基合金で高温における酸化・耐火性に強い材料である
チタン	TI	酸化　250 還元　1,000	低温における耐食性は極めて優秀であるが、高温では酸化され脆くなる
モネル	MN	酸化　500 還元　600	Ni67～70%とCu-Feからなり、高温・高圧に強く耐食性にも優れている
タンタル	TA	酸化　300 還元　2,200	多くの酸に強い耐熱材料であるが、空気中では高温で脆くなる

※使用温度は、雰囲気により異なります。

シース熱電対の種類とシース径の対比表

●シングルエレメント

	シングル 材質：SUS316					シングル 材質:ｲﾝｺﾈﾙ					シングル 材質:SUS310S				
シース径(φ)	K	T	J	E	R	K	T	J	E	R	K	T	J	E	R
0.25						○									
0.3						○									
0.5	○		○			○									
0.65	○		○			○									
1.0	○	○	○			○									
1.6	○	○	○			○				○	○				
2.3	○	○	○			○									
3.2	○	○	○	○		○				○	○				
4.8	○	○	○			○									
6.4	○	○	○			○									
8	○	○	○			○									

●ダブルエレメント

	ダブル 材質：SUS316					ダブル 材質:ｲﾝｺﾈﾙ				
シース径(φ)	K	T	J	E	R	K	T	J	E	R
3.2	○		○			○				
4.8	○	○	○			○				
6.4	○	○				○				
8	○	○				○				

保護管の材質と外径の対比表

■熱電対保護管

保護管径(φ)	材質：SUS304	材質：SUS316	材質：SUS310S	材質：インコネル	材質：P４
10	○	○	○	○	
12	○	○	○		
15	○	○	○		
22	○ (21.7)	○ (21.7)	○ (21.7)	○ (21.3)	○ (21.3)
27	○ (27.2)	○ (27.2)	○ (27.2)		○ (26.9)

■測温抵抗対保護管

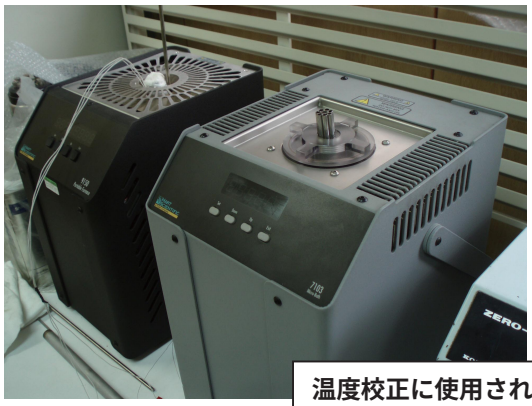
保護管径(φ)	材質：SUS304	材質：SUS316	材質：SUS316L
3.2	○	○	×
4.0	○	○	×
4.8	○	○	×
5.0	○	○	○
6.0	○	○	○
6.4	○ (6.35)	○ (6.35)	○ (6.35)
7.0	○	○	○
8.0	○	○	○
10	○	○	○
12	○	○	○
15	○	○	○

トレーサビリティ

トレーサビリティとは？

トレーサビリティとは、トレーサビリティチャートに記載された機器を用いてセンサーの温度検定を行い、また校正に用いた機器の校正経路を証明できる体系の事を指します。
弊社では日本電気計器検定所を国家標準としたトレーサビリティ体系を有しておりますので、ご希望のお客様には製品ごとに検定を行い納入させて頂いております。

社内用 第一標準器及び作業用標準器です。



温度校正に使用されるバス（恒温器）です。

■書式サンプル

シース熱電対

シース熱電対試験成績書

SHEATHED THERMOCOUPLE TEST REPORT

平成 20 年 9 月 6 日

三晃電気工業株式会社　殿

〒580-0014　大阪府松原市岡 5-5-22
三晃電気工業株式会社
Tel (072)-335-0141
Fax (072)-337-0829

仕様
SPEC

注文 No. Order No.	E-0101	図面番号 D.W.G.No.	SE-000-999	型式 TYPE	S-35
熱電対種類 Thermocouple Kind	SK	シース外径 Sheath Diameter	φ4.8	シース材質 Sheath Material	SUS316
精度 Character	JIS 1605-'95 ｸﾗｽ 2	接点の形状 Hot Junction	非接地型 ungrand	数量 Quantity	1 本

No.	製造番号 Serial No.	計器番号 Tag No.	シース長さ (mm) Sheath Length	試験温度 Test temp	300℃	500℃	700℃
				基準値 Standard	±2.5℃	±3.75℃	±5.25℃
1	99999	00000	500	温度誤差	+0.6℃	+1.8℃	+2.9℃
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

備考	室温 Temperature 20℃	絶縁抵抗値 100MΩ以上 Insulation Resistance	良	検査員 Inspected	承認 Aproved
	湿度 Humidity 42%	外観構造 Visual	良		

書式サンプル

シース測温抵抗体

シース測温抵抗体試験成績書

SHEATHED RESISTANCE SWISS TEST RECORD

平成 20 年 9 月 6 日

三晃電気工業株式会社　殿

三晃電気工業株式会社
〒580-0014　大阪府松原市岡 5-5-22
Tel (072)-335-0141
Fax (072)-337-0829

仕様
SPEC

注文 No. Order No.	E-000	図面番号 D.W.G.No.	SE-000-111	型式 TYPE	R-90N
抵抗体種類 Resistance Kind	Pt	公称抵抗値 Resistance	100Ω (at0℃)	規定電流 Current	2mA
電線形式 Lead Arrangement	3 線式	シース外径 Sheath Diameter	φ4.8	シース材質 Sheath Material	SUS316
精度 Character	JIS C1604-'97 ｸﾗｽA	数量 Quantity	1 本	作番 Card No.	A13595

No.	製造番号 Serial No.	計器番号 Tag No.	シース長さ (mm) Sheath Length	抵抗値 (Resistance)		
				測定温度 Set Temp.	0℃	100℃
			(ネラド)	基準値 Standard	100Ω	138.5Ω
1	999999	12345	100	温度誤差	-0.03℃	—
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

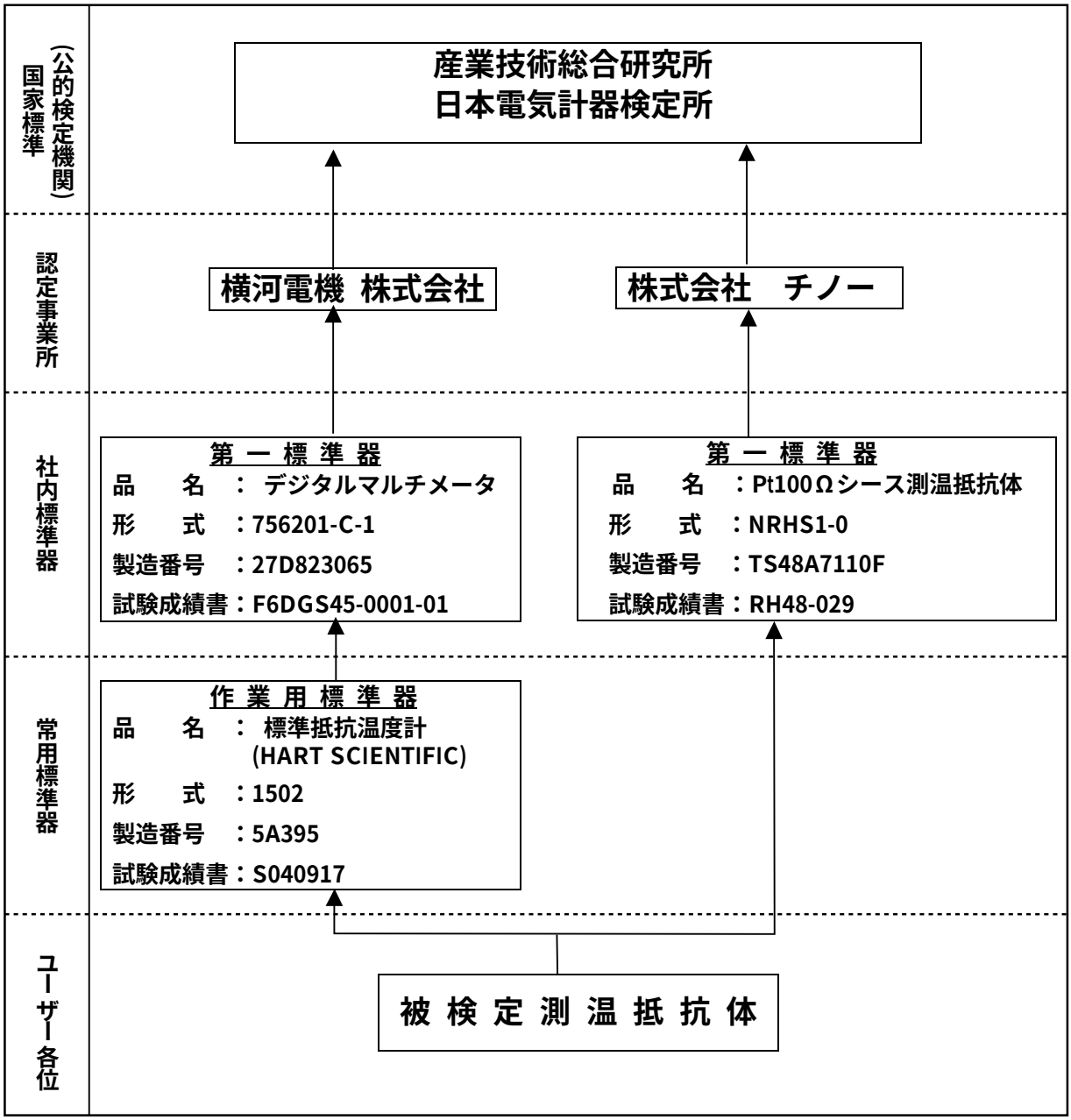
室温 Temperature	29℃	絶縁抵抗値 5MΩ以上 Insulation Resistance	良	検査員 Inspected	承認 Aproved
湿度 Humidity	50%	外観構造 Visual	良		

備考　書式サンプル

トレーサビリティ

弊社では下記の体系にて温度検定を行っております。

トレーサビリティ体系図



非該当証明書

非該当証明書とは経済産業省が定める輸出貿易管理令の輸出規制対象貨物（戦略物資）に該当しないことを証明する書類です。この非該当証明書をあらかじめご用意されることで通関をスムーズに通すことが出来ます。
弊社ではユーザー様が弊社製品を輸出される場合、下記様式の非該当証明書を発行しております。

2008 年 9 月 30 日

書式サンプル　株式会社　御中

承認	発行

三晃電気工業 株式会社
技術部

輸出貨物の安全保障貿易管理関係の法律に関する判定について

当社が製造する以下の製品につきましては、「外国為替及び外国貿易法」に基づく輸出規制に関連して、以下の様に判定いたします。

1. 判定対象製品
   品　　名　　書式サンプル
   仕　　様　　書式サンプル

2. 輸出規制に対する判定
   ① 該製品は、輸出貿易管理令別表第 1 の 1 項～15 項の項目に対しては、いずれの項目にも該当せず**対象外の製品**であると自己判定を致します。
   ② 輸出貿易管理令別表第 1 の 16 項(ｷｬｯﾁｵｰﾙ規制)については、「輸出取引等の契約書や当該輸出等に関して入手した文章、輸出者からの連絡」等より、貴社にて判定が必要になります。

3. その他
   ・貴社の本貨物の輸出に当たり、有償、無償を問わず、輸出に伴う技術提供はいたしません。

4. 最終仕向け地
   国名：書式サンプル
   本仕向け地は、輸出貿易管理令別表四の二に　該当します　・　該当しません

以上

※弊社製品をユーザー様にて機器へ組込みの場合はユーザー様にて同様の書類を発行する必要があります。またリスト規制・キャッチオール規制につきましてはユーザー様にて判断が必要となりますのでご注意ください。

環境有害物質不使用への取り組み

昨今、ユーザー様では環境有害物質への関心が高まり、環境負荷低減への取り組みはメーカーとしての責務となってまいりました。
三晃電気工業ではRoHS指令に代表される環境条例に対応出来るよう、会社を挙げて取り組んでおります。

■RoHS指令とは

2006年7月1日以降はRoHS指令に基づきEU加盟国内において、下記の物質が指定値を超えて含まれた電子・電気機器を製造販売することが出来なくなりました。

1. 鉛 ：1,000ppm以下
2. 水銀 ：1,000ppm以下
3. カドミウム ：100ppm以下
4. 六価クロム ：1,000ppm以下
5. ポリ臭化ビフェニル (PBB) ：1,000ppm以下
6. ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE) ：1,000ppm以下

対象製品は、全ての構成部材で上記物質の含有率を指定の数値以下にする必要があります。

三晃電気工業では記部材については既にRoHS指令対応済となっております。

- ネジのメッキ（6価クロム→3価クロム）
- ハンダの鉛フリー化
- 銀ローのカドミニウムフリー化
- ガラス封口材の鉛フリー化
- 電線被覆材の着色料カドミニウムフリー化
- アスベスト使用全廃
  ガスケットシート（パッキン）
  ボード・ヤーンなどの断熱材としての使用禁止